# 第19講　独立と連鎖

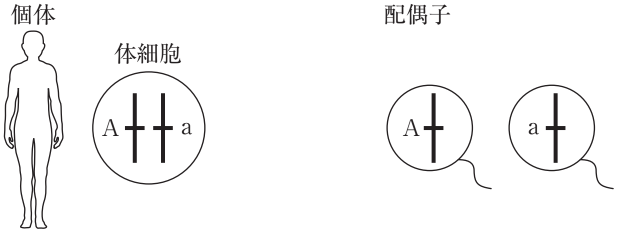
**■遺伝の法則**　…　染色体上の遺伝子は減数分裂によって配偶子に分配される。

…　生物の形質を決定する遺伝子は染色体上に存在し，減数分裂によって配偶子に分配されて子孫に伝わる。減数分裂における染色体の挙動を理解することで，遺伝子の子孫への伝わり方，すなわち遺伝の法則は理解できる。

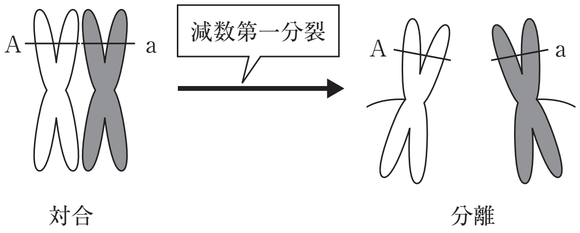
形質　…　生物が持つ特徴。同時に成り立ち得ない形質を特に対立形質と呼ぶ。

ex　赤花と白花　　丸い種子としわの種子

遺伝子　…　形質を決定付ける因子。染色体を構成するDNAの塩基配列をその本体とする。各個体(2倍体)は一つの形質について相同染色体上に一対の遺伝子を持つこととなり，配偶子(1倍体)などは遺伝子を1つ持つことになる。その遺伝的組成をアルファベットで表現したものを遺伝子型と呼び，遺伝子型の結果決定する個体が表す形質を表現型と呼ぶ。対立形質に対応する遺伝子を対立遺伝子と呼び，染色体上の同じ遺伝子座に存在する。



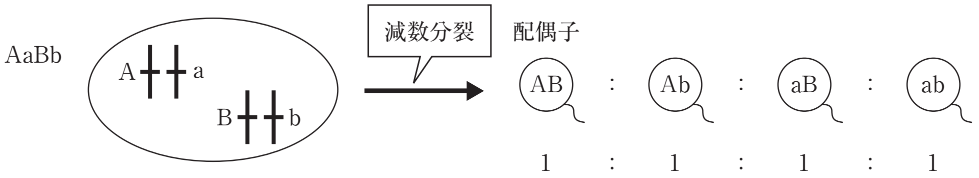

☆減数分裂における相同染色体の分離




ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

**■独立と連鎖**　…　２組の対立遺伝子の位置関係には，独立と連鎖があり，それに応じて形成される配偶子への遺伝子の伝わり方が異なる。

**◆独立**　…　対象の２組の対立遺伝子が異なる染色体上に存在

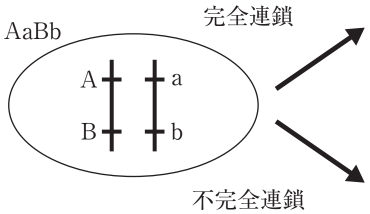


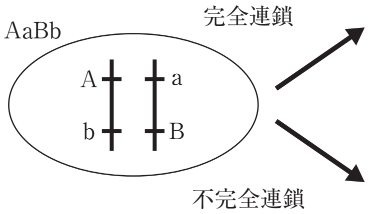

**◆連鎖**　…　対象の２組の対立遺伝子が同じ染色体上に存在

・完全連鎖　　…　連鎖した遺伝子の間でまったく組換えが起こらない。

・不完全連鎖　…　染色体の乗換えにより，連鎖した遺伝子の間で組換えが起こる。

配偶子

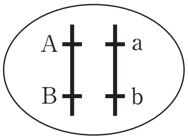



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

・組換え価　…　組換えが起こる割合

$$組換え価 = \frac{組換えの結果生じた配偶子数}{全配偶子数} \times 100$$




配偶子の遺伝子型

| | AB | : | Ab | : | aB | : | ab |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0% | 1 | : | 0 | : | 0 | : | 1 |
| 10% | 9 | : | 1 | : | 1 | : | 9 |
| 12.5% | 7 | : | 1 | : | 1 | : | 7 |
| 20% | 4 | : | 1 | : | 1 | : | 4 |
| 25% | 3 | : | 1 | : | 1 | : | 3 |
| 50% | 1 | : | 1 | : | 1 | : | 1 |
| $x$% | 100-$x$ | : | $x$ | : | $x$ | : | 100-$x$ |

・組換え価は，染色体上の遺伝子の距離に比例するため，組換え価を用いて染色体上の遺伝子の位置関係を推定できる。

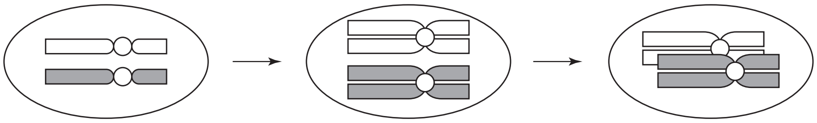


©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第19講　演習問題

次の文章を読み，〔1〕～〔6〕の問いに答えよ。

生物は生殖によって増殖する。有性生殖を行う多くの生物では卵や精子などの生殖細胞が，染色体数が半減する減数分裂を経て形成される。それらの生物の体細胞の核には，母と父のそれぞれから受け継いだ相同染色体が図1Aのように入っている。生殖細胞をつくる細胞は(a)<u>DNAの複製を行った後，減数分裂を行う</u>。複製された染色体は図1Bのように，同じ遺伝情報をもつ2本の染色分体からなる。この染色体はそのまま細胞の［あ］面に並ぶのではなく，相同染色体どうしが［い］し，［う］が形成される。つまり，(b)<u>1つの［う］は，図1Cのように4本の染色分体からできていることになる</u>。



A　　　B　　　C

図1　1組の相同染色体の様子

このとき相同染色体の間で［え］が起こり，染色体の一部が交換される［お］が起こる。生物がもつ遺伝子の数は染色体数に比べて非常に多いため，1本の染色体には多数の遺伝子が存在しており，このとき遺伝子は，互いに［か］しているという。これに対して，異なる染色体に存在している遺伝子は，互いに［き］しているという。

(c)<u>［き］している遺伝子は減数分裂において染色体が分れる際，互いに影響されることなく配偶子に入る</u>。一方，［か］している遺伝子の間で，染色体の［お］が起こる場合は遺伝子の組み合わせも変わる。これを(d)<u>遺伝子の組換え</u>といい，生じた全配偶子のうち組換えを起こした配偶子の割合を組換え価という。

(e)<u>組換え価の値は，ふつう同一の染色体にある遺伝子間の相対的な距離に比例している</u>。これをもとにキイロショウジョウバエでは，各染色体における遺伝子の位置を図示した［く］が作成されている。

〔1〕　文章中の［あ］～［く］にあてはまる語句を書け。

〔2〕　文章中の下線部(a)に関して，次の問いに答えよ。

(ア)　二本鎖DNAがほどけて鋳型となり，もとのDNAのそれぞれの1本の鎖を鋳型として新しいDNAがつくられる。このようなDNA合成のしくみを何というか。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

(イ)　減数分裂の細胞周期は$G_1$期，S期，$G_2$期，M期の4期に分けられる。M期には第1分裂，第2分裂とよばれる2回の分裂がある。$G_1$期の1細胞あたりのDNA量を2とすると，下の表の各時期の1細胞あたりのDNA量はいくらになるか。最も適当なものを選べ。

表

| | S期の終了時 | $G_2$期の終了時 | 第1分裂中期 | 第2分裂中期 | 生殖細胞 |
|---|---|---|---|---|---|
| ① | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 |
| ② | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 |
| ③ | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 |
| ④ | 2 | 4 | 4 | 2 | 1 |
| ⑤ | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |

〔3〕　文章中の下線部(b)に関して，下の選択肢の中から適当なものを2つ選べ。

①　2本の染色分体には，1分子のDNAが含まれる。
②　1本の染色分体には，1分子のDNAが含まれる。
③　1本の染色分体には，2分子のDNAが含まれる。
④　相同染色体どうしは動原体のところで付着して[う]を形成する。
⑤　4本の染色分体は同じ大きさ同じ形をしている。
⑥　[う]を形成した後，4本の染色分体は自由な組み合わせで2本ずつに分けられる。

〔4〕　文章中の下線部(c)に関して，体細胞の染色体数が$2n=6$の生物から生じる配偶子の染色体の組み合わせは何通りあるか。

〔5〕　文章中の下線部(d)に関して，次の問いに答えよ。

(ア)　遺伝子AとB，aとbが[か]している生物において，その遺伝子間で組換えが起こる場合と起こらない場合がある。それぞれの場合にどのような遺伝子をもつ配偶子が生ずるか。下の選択肢の中から1つずつ選べ。

①　ABとab
②　AbとaB
③　AaとBb
④　AbとaBとABとab
⑤　AとaとBとb

(イ)　遺伝子の組換えが起こる場合は起こらない場合に比べて，生じる配偶子にどのような違いがみられるか。30字以内で記せ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

〔6〕 文章中の下線部(e)に関して， か している3つの遺伝子A，B，Cの間の組換え価がA〜B間5%，A〜C間15%，B〜C間20%のとき，遺伝子Bの染色体上の位置を図2の①〜④の中から1つ選べ。なお，遺伝子BとCは①〜④のいずれかにそれぞれ位置している。

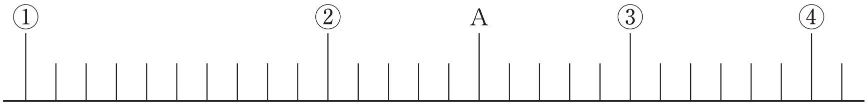



図2　遺伝子の位置（目盛は相対的な距離を表す）

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第19講　確認テスト

遺伝に関する以下の文章を読み，以下の問1～4に答えなさい

遺伝子型が$AABB$，$aabb$である純系の2つの植物個体がある。遺伝子$A$と$B$はそれぞれ$a$と$b$に対して優性であり，$AA$および$Aa$は赤色花，$aa$は白色花の表現型を示す。また，$BB$および$Bb$は丸葉，$bb$は細葉の表現型を示す。さらに遺伝子$A$と$B$，$a$と$b$とは連鎖することがわかっている。

問1　もし，連鎖が完全な場合，純系の2個体の交雑によって生じる$F_1$をさらに自家受精させて生じる遺伝子型とその比の組み合わせとして最も適切なものはどれか。次の①～⑤のうちから1つ選べ。

① $AABB : AaBb : aabb = 1 : 2 : 1$
② $AABB : aabb = 1 : 1$
③ $AABB : AABb : AAbb : AaBB : AaBb : Aabb : aaBB : aaBb : aabb$
$= 1 : 2 : 1 : 2 : 4 : 2 : 1 : 2 : 1$
④ $AABB : AAbb : aaBB : aabb = 1 : 1 : 1 : 1$
⑤ ①～④のいずれもあてはまらない

問2　遺伝子の連鎖がおこる理由について最も適切な記述を①～⑨から1つ選べ。

① エンドウの種の形と子葉の色にみられるように，2組の対立形質はたがいに影響しあうことなく遺伝するから。
② 1つの形質に関して，3つ以上の遺伝子が対立関係にある複対立遺伝子が存在する場合があり，この時の遺伝子のふるまいは複雑になるから。
③ 1つの染色体には多数の遺伝子が存在しており，同一染色体に存在する遺伝子はまとまって行動するから。
④ 対立遺伝子間の関係に優性の法則が成り立たず，その形質は不完全優性を示すから。
⑤ 性染色体には，性の決定に関する遺伝子だけでなく，他の形質に関係する遺伝子も存在し，このような遺伝子による表現型は性と関連を持って遺伝するから。
⑥ 連鎖している遺伝子間では，一定の割合で組換えが起こることが多いから。
⑦ 組換え価は，一般には優性形質と劣性形質の純系どうしの個体を交雑させて生じた子に，劣性形質の個体を交雑させて求めることができるから。
⑧ 母性因子に由来する調節タンパク質の濃度勾配によって，ギャップ遺伝子群が発現されるから。
⑨ ABCモデルにおいて，調節遺伝子の突然変異は，ホメオティック突然変異をもたらすから。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問3　実際には，この連鎖は不完全であり，$F_1$で生じる配偶子の遺伝子型は，$AB$：$Ab$：$aB$：$ab$ ＝ 4：1：1：4であった。この時$AB$間の組換え価はいくらか。最も近い値を次の①〜⑧のうちから1つ選べ。

①　0%　②　10%　③　15%　④　20%　⑤　25%　⑥　30%
⑦　33%　⑧　50%

問4　問3のとき，$F_1$の自家受精によって生じる$F_2$の表現型，赤花・丸葉：赤花・細葉：白花・丸葉：白花・細葉 の比として最も適当なものを選べ。

①　1：1：1：1　②　4：1：1：4　③　9：3：3：1
④　66：9：9：16　⑤　54：24：24：1

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第19講　演習問題

〔1〕 あ 赤道　い 対合　う 二価染色体　え 交叉
お 乗換え　か 連鎖　き 独立　く 染色体地図

〔2〕 ㈠ 半保存的複製　㈡ ③

〔3〕 ②，⑤

〔4〕 8通り

〔5〕 ㈠ 起こる…④　起こらない…①
㈡ 新しい遺伝子型の配偶子が形成されて，遺伝的な多様性が増す。(29)

〔6〕 ③

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第19講　確認テスト

問１　①

問２　③

問３　④

問４　④

【解説】

問１　連鎖が完全な場合，$F_1$が形成する配偶子の遺伝子型とその分離比は，$AB$：$ab$＝1：1となる。その場合，$F_1$同士をかけ合わせると，$AABB$：$AaBb$：$aabb$=1：2：1となる。

| | $AB$ | $ab$ |
|---|---|---|
| $AB$ | $AABB$ | $AaBb$ |
| $ab$ | $AaBb$ | $aabb$ |

問2　連鎖とは，複数の遺伝子が同じ染色体上に存在する状態を指す。生物の染色体の本数に対して，遺伝子の数は非常に多いため，必然的にいくつかの遺伝子が連鎖することになる。例えば，ヒトゲノムは23本の染色体に分断されているが，そこにおよそ22000個の遺伝子が存在しているため，ある染色体には複数の遺伝子が存在することになる。連鎖している遺伝子は，減数分裂の際にまとまって配偶子に伝わることになる。

問3　組換え価とは，ある個体が形成した配偶子全体の中で，組換えの結果生じた配偶子の割合を表す。$F_1$では$A$と$B$，$a$と$b$が連鎖しているため，生じた配偶子の中で$Ab$と$aB$の遺伝子型のものが組換えの結果生じた配偶子になる。ゆえに組換え値は，$\frac{1+1}{4+1+1+4}\times 100 = 20\%$となる。

問4　$F_1$が形成する配偶子の遺伝子型とその分離比が$AB$：$Ab$：$aB$：$ab$=4：1：1：4の場合，$F_1$同士のかけ合わせの結果は下の表のようになる。

| | $4AB$ | $Ab$ | $aB$ | $4ab$ |
|---|---|---|---|---|
| $4AB$ | $16AABB$ | $4AABb$ | $4AaBB$ | $16AaBb$ |
| $Ab$ | $4AABb$ | $AAbb$ | $AaBb$ | $4Aabb$ |
| $aB$ | $4AaBB$ | $AaBb$ | $aaBB$ | $4aaBb$ |
| $4ab$ | $16AaBb$ | $4Aabb$ | $4aaBb$ | $16aabb$ |

表現型でまとめると，[$AB$]：[$Ab$]：[$aB$]：[$ab$]＝66：9：9：16となる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。